

Isolasi bakteri resisten merkuri pada urin pasien dengan tumpatan amalgam di Puskesmas Tikala Baru

¹**Regina E. M. Kepel**

²**Fatimawali**

²**Fona Budiarmo**

¹Kandidat Skripsi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

²Bagian Kimia Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: regina,kepel@gmail.com

Abstract: Mercury, a heavy metal, can be toxic to human body if it is exposed in high concentration. This metal has been used as dental amalgam fillings in dentistry since 150 years ago to reconstruct decayed teeth. Due to continuous exposure of mercury, bacteria inside human body have evolved mechanism of resistance toward higher form of mercury, due to the mer operon that has been characterized in the plasmid. This study was aimed to find out whether there were mercury-resistant bacteria isolated from the urine of patients with dental amalgam fillings at Puskesmas (Primary health care) Tikala Baru, and identify the mercury-resistant bacteria. This was a descriptive exploratory study. Samples were mercury-resistant bacterial strains in the urine of patients with dental amalgam fillings who visited Puskesmas Tikala Baru. The results of mercury-resistant test showed that there were mercury-resistant bacteria in every concentrations. The morphological, physiological, and biochemical tests obtained 7 mercury-resistant bacterial genus, as follows: Streptococcus, Staphylococcus, Hafnia, Klebsiella, Enterobacter, Escherichia, and Bacillus. **Conclusion:** There were 7 genus of mercury-resistant bacteria which identified from urine of patient with dental amalgam fillings.

Keywords: amalgam, mercury resistant bacteria.

Abstrak: Merkuri merupakan suatu logam berat yang dapat bersifat toksik bila terpapar dengan tubuh manusia dalam konsentrasi tinggi. Penggunaan merkuri dalam amalgam telah digunakan dalam bidang kedokteran gigi selama hampir 150 tahun untuk merekonstruksi gigi berlubang. Akibat adanya paparan merkuri secara terus menerus, bakteri dalam tubuh manusia telah mengevolusi mekanisme resisten terhadap bentuk merkuri yang lebih tinggi di lingkungan, disebabkan oleh mer operon yang terkandung dalam plasmid. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat bakteri resisten merkuri yang diisolasi dari urin pasien dengan tambalan merkuri di Puskesmas Tikala Baru, serta mengidentifikasi jenis dari bakteri resisten merkuri tersebut. Jenis penelitian ialah deskriptif eksploratif. Sampel yang digunakan ialah koloni bakteri yang resisten terhadap merkuri, yang terdapat dalam urin pasien dengan amalgam yang berkunjung ke Puskesmas Tikala Baru. Dari hasil uji resistensi merkuri, terdapat bakteri resisten merkuri pada setiap konsentrasi. Setelah dilakukan uji morfologi, fisiologi, dan biokimia didapatkan 7 genus bakteri yang resisten terhadap merkuri, yaitu Streptococcus, Staphylococcus, Hafnia, Klebsiella, Enterobacter, Escherichia, dan Bacillus. **Simpulan:** Terdapat 7 genus bakteri resisten merkuri yang teridentifikasi dalam urin pasien dengan tumpatan amalgam di Puskesmas Tikala Baru.

Kata kunci: amalgam, bakteri resisten merkuri

Merkuri (raksa) merupakan suatu logam berat yang memiliki toksisitas pada kadar rendah namun tidak tampak.¹ Pada konsentrasi normal, merkuri tidak bersifat toksik bagi lingkungan, namun konsentrasi yang tinggi dapat mengganggu perkembangan sistem seluler dan mempengaruhi permeabilitas dari banyak tanaman. Pada manusia, paparan merkuri anorganik (Hg^{2+}) dapat menimbulkan berbagai macam penyakit, tergantung jenis dan tingkat oksidasinya. Merkuri dapat masuk ke dalam tubuh melalui jalur pernapasan dan kulit.²

Merkuri yang dicampurkan dengan logam lainnya, disebut sebagai amalgam dan digunakan di bidang kedokteran gigi selama hampir 150 tahun untuk merekonstruksi gigi busuk dan berlubang.^{2,3} Penggunaan merkuri pada amalgam ini menimbulkan sejumlah kontroversi sejak pertengahan abad ke-19. Hal ini disebabkan oleh karena studi yang menunjukkan uap merkuri yang dikeluarkan terus-menerus dari amalgam gigi diabsorpsi dan terakumulasi dalam jaringan dan organ.³

Inhalasi dari uap merkuri dan absorpsi melalui saluran pencernaan terjadi pada individu yang terpapar merkuri yang berasal dari tambalan amalgam. Uap merkuri dikeluarkan ke dalam rongga mulut, menyebabkan peningkatan merkuri di urin, feses, pada udara yang melalui mulut, air liur, darah, dan beberapa organ dan jaringan termasuk ginjal, kelenjar hipofisis, hepar, dan otak. Kandungan Hg juga meningkat pada ibu hamil dan membebani cairan amnion, plasenta, darah pada tali pusat, mekonium, berbagai jaringan pada janin termasuk ginjal, hepar, dan otak, pada kolostrum dan ASI. Kadar merkuri yang keluar bergantung pada banyak tambalan, gigi dan permukaan yang ditambal, kunyahan, tekstur makanan, menggosok gigi pada area tambalan, komposisi, dan usia amalgam.⁴

Meskipun amalgam telah diketahui dapat berdampak negatif pada tubuh, namun tambalan dengan amalgam tetap banyak digunakan karena harganya yang

relatif murah, daya tahan lama, dan mudah digunakan.³

Di antara mikroorganisme, bakteri memiliki mekanisme pertahanan yang berbeda dengan menunjukkan mekanisme resistensi terhadap logam berat. Beberapa interaksi dapat menghasilkan efek yang berguna untuk detoksifikasi.⁵ Bakteri telah mengevolusi mekanisme resisten terhadap bentuk merkuri yang lebih tinggi di lingkungan, disebabkan oleh mer operon yang terkandung dalam plasmid. Bakteri yang hanya memiliki merkuri reduktase protein (merA) disebut sebagai bakteri resisten merkuri spektrum sempit, sedangkan bakteri resisten merkuri spektrum luas adalah bakteri yang memiliki merkuri reduktase protein (merA) dan protein organo merkurilase (merB). Fungsi MerB untuk mengkatalisis pemutusan ikatan karbon-merkuri untuk menghasilkan senyawa organik dan ion Hg .⁵

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat bakteri resisten merkuri yang diisolasi dari urin pasien dengan tambalan merkuri di Puskesmas Tikala Baru, serta mengidentifikasi jenis dari bakteri resisten merkuri tersebut.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan ialah deskriptif eksploratif. Penelitian dilakukan pada Bulan September – November 2016 dimulai dengan pengambilan sampel di Puskesmas Tikala Baru, sampai proses identifikasi di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi FMIPA Universitas Sam Ratulangi. Populasi penelitian ini ialah bakteri yang terdapat dalam urin pasien dengan tambalan amalgam di puskesmas Tikala Baru. Sampel penelitian yang digunakan ialah koloni bakteri yang resisten terhadap merkuri, yang terdapat pada urin. Variabel terikat yang diambil ialah konsentrasi merkuri $HgCl_2$ dalam Nutrient Broth sedangkan variabel bebas ialah jumlah koloni bakteri pada media Nutrient Broth yang mengandung $HgCl_2$. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara pengambilan urin porsi tengah pada pasien dengan amalgam di Puskesmas Tikala Baru

kemudian dibawa dan diteliti di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Fakultas MIPA Universitas Sam Ratulangi. Data yang didapatkan dari hasil laboratorium berupa data hasil identifikasi bakteri melalui uji secara biokimia, fisiologi dan morfologi dalam bentuk pengamatan mikroskop, selanjutnya dicocokkan dalam *Bergey's microbiology* untuk menentukan genus dari bakteri tersebut dan akan diuraikan dalam bentuk tabel.

HASIL PENELITIAN

Pada proses pemilihan isolat bakteri, dipilih koloni berdasarkan bentuk dan luas permukaan yang tampak pada media Nutrient Agar. Setelah diberi tanda, koloni tersebut digoreskan pada media Nutrient Agar di cawan petri secara terpisah satu sama lain kemudian diberi label sesuai dengan jenis sampel, konsentrasi, dan bentuk koloni pada biakan sebelumnya.

Terdapat pertumbuhan koloni bakteri pada cawan Petri di setiap konsentrasi. Koloni yang terbentuk pada media Nutrient Agar tersebut diinokulasikan pada media agar miring masing-masing. Isolat yang terbentuk pada media agar miring selanjutnya akan diidentifikasi melalui uji fisiologi, uji biokimia, dan uji morfologi.

Tabel 1. Jumlah koloni yang didapatkan per konsentrasi

	10 ppm	20 ppm	40 ppm
Sampel 1	4 Koloni	5 Koloni	5 Koloni
Sampel 2	4 Koloni	3 Koloni	6 Koloni

Hasil yang didapatkan pada uji morfologi dalam bentuk pewarnaan gram. Isolat dengan kode G 10 I, G 10 II, G 20 I, G 20 II, G 20 III, G 20 IV, G 20 V, G 40 II, G 40 IV pada sampel pertama dan G 10 α I, G 40 α III pada sampel kedua adalah bakteri bentuk *coccus* gram positif, sedangkan isolat G 40 III, G 20 α III, G 40 α V, G 40 α IV, G 10 α III adalah bakteri bentuk basil gram positif. Isolat dengan kode G 10 III, G 10 IV, G 40 I pada sampel pertama dan G 10 α II, G 10 α IV, G 20 α I, G 20 α II, G 40 α I, G 40 α II, dan G 40 α

VI pada sampel kedua merupakan bakteri bentuk basil gram negatif.

Tabel 2. Hasil pengamatan pewarnaan Gram

Kode Isolat	Bentuk bakteri	Gram
G 10 I	<i>Coccus</i>	Positif
G 10 II	<i>Coccus</i>	Positif
G 10 III	Basil	Negatif
G 10 IV	Basil	Negatif
G 20 I	<i>Coccus</i>	Positif
G 20 II	<i>Coccus</i>	Positif
G 20 III	<i>Coccus</i>	Positif
G 20 IV	<i>Coccus</i>	Positif
G 20 V	<i>Coccus</i>	Positif
G 40 I	Basil	Negatif
G 40 II	<i>Coccus</i>	Positif
G 40 III	Basil	Positif
G 40 IV	<i>Coccus</i>	Positif
G 40 V	Basil	Positif
G 10 α I	<i>Coccus</i>	Positif
G 10 α II	Basil	Negatif
G 10 α III	Basil	Positif
G 10 α IV	Basil	Negatif
G 20 α I	Basil	Negatif
G 20 α II	Basil	Negatif
G 20 α III	Basil	Positif
G 40 α I	Basil	Negatif
G 40 α II	Basil	Negatif
G 40 α III	<i>Coccus</i>	Positif
G 40 α IV	Basil	Positif
G 40 α V	Basil	Positif
G 40 α VI	Basil	Negatif

Hasil uji fisiologi 27 isolat pada media Nutrient Agar padat didapatkan bahwa semua isolat negatif, dimana pada media tidak ada pertumbuhan bakteri yang menyebar di sekitar tempat penusukan.

Hasil uji biokimia terdiri dari interpretasi hasil dari ketujuh uji. Uji fermentasi karbohidrat pada sampel dilakukan bersamaan dengan uji H₂S. Uji ini dilakukan pada media TSI (*Triple Sugar Iron*) agar, dan mendapatkan hasil sebagai berikut:

- Isolat dengan kode G 10 IV pada sampel pertama dan G 10 α I, G 40 α II pada sampel kedua tidak menunjukkan adanya perubahan warna, sehingga media tetap berwarna merah. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi fermentasi karbohidrat apapun pada isolat.

- b. Isolat dengan kode G 10 II, G 20 I, G 20 II, G 20 III, G 20 IV, G 20 V, G 40 I, G 40 III, G 40 IV, G 40 V pada sampel pertama dan G 40 α VI, G 40 α IV, G 40 α I, G 20 α III, G 20 α II, G 20 α I, G 10 α IV, G 10 α III pada sampel kedua memiliki perubahan menjadi warna kuning pada bagian dasar (*butt*), dan tetap berwarna merah pada bagian permukaan (*slant*) tanpa disertai pembentukan gas (CO_2). Hal ini berarti bahwa pada sampel hanya terjadi fermentasi glukosa saja tanpa disertai fermentasi laktosa dan sukrosa.
- c. Pada Isolat dengan kode G 10 III, G 10 I, G 40 II pada sampel pertama dan G 10 α II, G 40 α III, G 40 α V pada sampel kedua terjadi perubahan warna media, dari merah menjadi kuning sepenuhnya disertai adanya pembentukan gas pada dasar tabung (*butt*). Hal ini menunjukkan adanya fermentasi karbohidrat secara keseluruhan disertai munculnya gas (CO_2)

Uji H_2S menggunakan media TSI (*Triple Sugar Iron*) dan hasil positif didapatkan pada isolat dengan kode G 40 III dan G 40 V, dimana pada media terlihat adanya endapan berwarna hitam yang menandakan bahwa bakteri tersebut dapat membentuk H_2S .

Uji indol menggunakan media Nutrient Agar yang diberi 5 tetes reagen Kovac's, kemudian didiamkan sebentar. Pada uji indol tidak didapatkan hasil positif. Namun, pada beberapa Isolat terdapat gumpalan berwarna hijau yang mungkin akibat efek dari kontaminan.

Uji sitrat menggunakan media *Simmon's Citrate* Agar. Hampir semua isolat memberikan hasil positif dimana terjadi perubahan warna media dari hijau menjadi biru. Hasil negatif didapatkan pada isolat dengan kode G 10 IV, G 40 α I, G 40 α II dimana tidak terjadi perubahan warna pada media.

Uji lisin dekarboksilase menggunakan media Lysin Iron Agar, dimana sebagian besar isolat memberikan hasil positif, berupa adanya gumpalan berwarna lembayung (keunguan). namun ada tiga

isolat yang memberikan hasil negatif, yaitu G 40 V, G 40 α I dan G 40 α II dimana didapatkan media tampak berwarna lebih pekat. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri dapat melakukan dekarboksilasi dalam asam amino berupa lisin melalui produksi enzim dekarboksilase.

Uji katalase menggunakan media Nutrient Agar yang ditetesi dengan larutan. Hasil positif ditunjukkan dengan munculnya busa/gas yang merambat cepat keluar dari tabung. Semua isolat menunjukkan hasil positif. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri pada isolate memiliki enzim katalase yang dapat memecah H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2

Bakteri yang telah dilakukan uji morfologi, biokimia, dan fisiologi tersebut, kemudian diidentifikasi berdasarkan hasil yang didapat secara keseluruhan, untuk menentukan genus bakteri yang terkandung dalam isolat.

Isolat G 10 I dan G 10 II pada Uji Morfologi menunjukkan hasil kokus gram positif. Berdasarkan bentuk dan jenis gramnya maka dapat dikelompokkan pada genus *Streptococcus*. Bakteri pada genus ini memiliki uji fisiologi sel nonmotil. Pada uji fermentasi karbohidrat, karbohidrat terfermentasi namun gas CO_2 terbentuk dalam jumlah yang sangat kecil atau tidak sama sekali.

Isolat G 10 III, G 20 α II, G 40 α I, dan G 40 α VI pada Uji Morfologi menunjukkan hasil basil gram negatif. Berdasarkan bentuk dan jenis gramnya maka dikelompokkan pada genus *Escherichia*. Bakteri pada genus ini berbentuk basil gram negatif, dengan uji fermentasi karbohidrat yang positif baik terdapat gas maupun tidak.

Isolat G 20 I, G 20 II, G 20 III, G 20 IV, G 20 V, G 40 II, G 40 IV, G 10 α I, G 40 α III pada Uji Morfologi menunjukkan hasil kokus gram positif. Berdasarkan bentuk dan jenis gramnya maka bakteri ini dapat dikelompokkan dalam genus *Staphylococcus*. Bakteri pada genus ini merupakan bakteri kokus gram negatif dengan sel nonmotil dan uji katalase positif.

Isolat G 40 III, G 40 V, G 10 α III, G 20 α III, G 40 α IV, G 40 α V pada Uji Morfologi menunjukkan hasil basil gram positif. Berdasarkan bentuk dan hasil pewarnaan gramnya, maka bakteri ini dapat dikelompokkan dalam genus *Bacillus*. Bakteri pada genus ini merupakan basil gram positif atau gram negatif, dapat motil maupun nonmotil bergantung pada spesiesnya. Umumnya pada uji karbohidrat terfermentasi, dan uji katalase positif.

Isolat G 10 α IV, G 20 α I, G 40 I menunjukkan hasil basil gram negatif. Maka berdasarkan bentuk dan pewarnaan gramnya, dikelompokkan dalam genus *Klebsiella*. Bakteri pada genus ini berbentuk basil gram negatif, dan ditunjang juga dengan hasil uji fisiologi non motil, uji fermentasi karbohidrat yang memiliki hasil bervariasi namun cenderung positif.

Isolat G 10 α II pada Uji Morfologi menunjukkan hasil basil negatif. Berdasarkan bentuk dan pewarnaan gramnya, maka bakteri ini dikelompokkan ke dalam genus *Enterobacter*. dengan uji sitrat positif dan fermentasi karbohidrat yang positif.

Isolat G 10 IV dan G 40 α II menunjukkan hasil kokus negatif, sehingga dapat dikelompokkan dalam genus *Hafnia*. Hal ini juga ditunjang dengan hasil uji yang ada dimana uji indol, H_2S , sitrat, dan fermentasi karbohidrat menunjukkan hasil negatif, dan uji katalase menunjukkan hasil positif.

BAHASAN

Bakteri adalah sebuah kelompok mikroorganisme bersel tunggal dengan konfigurasi selular prokariotik (tidak mempunyai selubung inti). Bakteri dapat bersel tunggal (uniseluler), maupun berkoloni. Bakteri hidup bebas di alam, dan bakteri tertentu dapat hidup dalam keadaan lingkungan ekstrim.⁶

Pada penelitian yang dilakukan pada sampel urin pasien dengan tumpatan amalgam di Puskesmas Tikala Baru Kecamatan Tikala ditemukan bakteri resisten merkuri. Melalui uji resistensi

merkuri, semua isolat yang diambil dari sampel tumbuh pada pemberian $HgCl_2$ konsentrasi 10, 20, dan 40 ppm yang kemudian diinkubasi pada suhu $37^\circ C$ selama 18-24 jam.

Kemampuan bakteri untuk mereduksi atau mengoksidasi ion-ion logam termasuk ion-ion merkuri sangat bervariasi tergantung dari spesies bakteri.⁷ Perbedaan kemampuan ini berhubungan dengan mekanisme respon populasi bakteri terhadap merkuri. Terdapat 3 mekanisme respon terhadap stres merkuri. Pertama, dengan cara menghambat metabolisme sel sehingga pertumbuhan sel lambat atau sel mati. Kedua, menginduksi sistem operon resisten merkuri untuk bekerja sehingga sel tetap hidup dalam kondisi stres. Ketiga, adanya plasmid yang mengandung gen resisten merkuri yang masuk ke dalam sel.⁸ Selain itu, kemampuan ini juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satu yang penting ialah suhu, karena setiap organisme memiliki suhu optimal untuk bertumbuh; waktu untuk bertumbuh menjadi lebih lama apabila suhu berbeda dari suhu optimalnya.⁹

Staphylococcus sp. merupakan sel sferis coccus Gram positif yang bergerombol seperti anggur. Hasil uji katalase menunjukkan hasil yang positif non motil. Organisme ini dapat tumbuh dalam banyak jenis medium dan aktif secara metabolis. Beberapa bakteri memproduksi pigmen berwarna orange atau kuning, biasanya pada media yang mengandung banyak NaCl. Bakteri ini dapat tumbuh dalam keadaan anaerob dengan fermentasi karbohidrat tetapi dapat tumbuh lebih bagus secara aerob. Bakteri ini memproduksi berbagai variasi toksin dan dapat berpotensi patogenik dan dapat menyebabkan keracunan makanan. Dapat ditemukan di kulit, mukosa nasal, dan membran mukosa lainnya. Pada kulit, dapat menyebabkan supurasi, dan pembentukan abses, berbagai infeksi piogenik hingga septikemia yang fatal. *Staphylococcus* sp. dapat dengan cepat menjadi resisten terhadap agen-agen antimikroba sehingga dapat menimbulkan kesulitan dalam

pemberian terapi.^{10,11}

Klebsiella sp. merupakan bakteri gram-negatif dengan bentuk basil pendek, cenderung lebih bulat dengan ujung yang membulat dan kebanyakan ditemukan terpisah-pisah. Bakteri ini non motil. Uji fermentasi karbohidrat dapat menghasilkan hasil bervariasi, tetapi biasanya karbohidrat terfermentasi. Bakteri ini hidup dalam keadaan aerobik. Dalam tubuh, bakteri ini dapat ditemukan pada saluran pernapasan, pencernaan, dan traktus urogenital.^{10,11}

Bacillus sp. merupakan genus bakteri basil gram positif aerob, yang muncul dalam bentuk rantai. Sebagian besar anggota dari genus ini adalah organisme saprofit, sering dijumpai pada tanah, air dan udara, dan pada vegetasi. Bakteri pada genus ini juga tumbuh dalam makanan dan menghasilkan enterotoksin atau toksin emetik, dan dapat menyebabkan keracunan makanan. Organisme ini juga kadang-kadang dapat menimbulkan penyakit pada individu dengan *immunocompromise* seperti endokarditis, meningitis, endoftalmitis, konjungtivitis, atau gastroenteritis akut.^{10,11}

Enterobacter sp. adalah genus bakteri berbentuk basil gram negatif. Kapsul dari bakteri ini cenderung lebih kecil dan ireguler. Kultur bakteri ini memberikan hasil yang baik bila pada kultur dilakukan inkubasi pada suhu 30-37° C. Kebanyakan bakteri dengan genus *Enterobacter* memiliki hasil positif untuk pemeriksaan sitrat, motil, dan memproduksi gas dari glukosa namun banyak dari bakteri ini juga memiliki hasil negatif pada uji H₂S. Organisme ini dapat memberikan infeksi nosokomial, seperti pneumonia, infeksi pada luka, infeksi saluran kemih, dan infeksi yang diperantarai alat.^{10,11}

Streptococcus sp. adalah bakteri sferis berbentuk kokus gram positif yang biasanya berbentuk rantai atau berpasangan ketika tumbuh pada media larutan. Pada uji fisiologi, bakteri ini nonmotil. Pada uji fermentasi karbohidrat, karbohidrat terfermentasi namun gas CO₂ terbentuk dalam jumlah yang sangat kecil atau tidak

sama sekali. Beberapa *Streptococcus* spp. merupakan flora normal, namun sebagian lainnya berkaitan dengan penyakit serius. *Streptococcus* menghasilkan berbagai substansi dan enzim ekstrasel.^{10,11}

Hafnia sp. adalah genus bakteri bentuk basil gram negatif anaerob dimana dapat motil pada suhu 22°C dan non motil pada 38°C. Genus ini hanya memiliki satu spesies heterogen, yaitu *Hafnia alvei*. Bakteri ini dapat ditemukan pada feses manusia sehat. Selain itu, bakteri ini dapat ditemukan pada traktus intestinal manusia, dan dalam keadaan patologis dapat ditemukan pada gastroenteritis.^{10,12}

Escherichia sp. adalah bakteri basil pendek gram negatif yang dapat bersifat motil maupun non motil. Uji fermentasi karbohidrat menunjukkan adanya pembentukan asam dan gas, tetapi ada juga yang tidak. Dapat ditemukan pada feses, namun kadang-kadang bersifat patologis (peritonitis, enteritis, sistitis, dll). Bakteri ini juga terdistribusi secara luas di alam.^{10,11}

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terdapat bakteri resisten merkuri pada urin pasien dengan amalgam di Puskesmas Tikala Baru diperoleh 27 jenis isolat pada semua konsentrasi merkuri (10, 20, 40 ppm) yang memiliki kemampuan mereduksi merkuri. *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia*, dan *Bacillus* merupakan 7 genus bakteri yang resisten merkuri yang didapatkan berdasarkan uji morfologi, uji fisiologi, dan uji biokimia dari ke 27 isolat.

SARAN

Untuk para dokter dan perawat yang bekerja di klinik gigi, disarankan untuk mempertimbangkan kembali pemilihan bahan tambalan gigi yang tepat. Dan untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk meneliti lebih lanjut mengenai peran bakteri resisten merkuri dalam menanggulangi merkuri yang terpapar dalam tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Sodhi GS.** Fundamental concepts of environmental chemistry. In: Ningsih TR, editor. Konsep dasar kimia lingkungan (3rd ed). Jakarta: EGC, 2010.
2. **Wotruba H, Hruschka F, Hentschel T, Priester M.** Manejo ambiental en la pequeña minería. In: Sulaiman RA, Wurangian IJ, editors. Pengelolaan lingkungan pada usaha pertambangan skala kecil. Jakarta: Swiss Foundation for Technical Cooperation, 2002.
3. **Soni R, Bhatnagar A, Vivek R, Singh R, Chaturvedi TP, Singh A.** A systematic review on mercury toxicity from dental amalgam fillings and its management strategies. Journal of Scientific Research Banaras Hindu University. 2012; 56:81-92.
4. **Erdal S, Orris P.** Mercury in dental amalgam and resin-bases alternatives: a comparative health risk evaluation. Health Care Research Collaborative, 2012. Available from: [http://www.wfpha.org/tl_files/images/Newsletter%202012/July/Res%20Co lab%20Amalgam%20Risk%20Final.p df](http://www.wfpha.org/tl_files/images/Newsletter%202012/July/Res%20Co lab%20Amalgam%20Risk%20Final.pdf).
5. **Hobman JL, Crossman LC.** Bacterial antimicrobial metal ion resistance. Journal of Medical Microbiology. 2014;64: 471-97.
6. **Prasetyo TUW.** Pola resistensi bakteri dalam darah terhadap Kloramfenikol, Trimethoprim/Sulfametoksazol, dan Tetrasiklin di Laboratorium Mikrobiologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia (LMK FKUI) pada tahun 2001-2006 [Skripsi]. Jakarta: FKUI; 2009.
1. **Ijong FG, Dien HA.** Karakteristik bakteri pereduksi merkuri (*escherichia coli*) diisolasi dari perairan pantai Teluk Manado. Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis. 2011(VII-3);103-8.
2. **Nurlailah.** Pengaruh penambahan berbagai konsentrasi merkuri (Hg) terhadap dinamika bakteri pereduksi merkuri (Hg) pada air sumur [Skripsi]. Makassar: Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin; 2013.
3. **Thiel T.** Introduction to bacteria. In: Science in the real world: microbes in action. St. Louis: Department of Biology University of Missouri, 1999.
4. **Breed RS, Murray EGD, Smith NR.** Bergey's Manual of determinative bacteriology (7th ed). Baltimore: The Williams & Wilkins Company, 1957.
5. **Brooks GF, Carroll KC, Butel JS, Morse SA, Mietzner TA.** Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology. In: Adityaputri A, editor. Jawetz, Melnick, & Adelberg Mikrobiologi kedokteran (25th ed). Jakarta: EGC, 2010.
6. **McBee ME, Schauer DB.** The genus *Hafnia*. Prokaryotes. 2006;6:215-8.